

2/5/3 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011767817 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1998-184727/\*199817\*  
XRPX Acc No: N98-146571

3D model generation method from 2D shape using CAD - involves comparing  
input digital image with various digital images and displaying 3D model  
of selected digital image which coincides with input digital image

Patent Assignee: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (MITQ )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No   | Kind | Date     | Applicat No | Kind | Date     | Week     |
|-------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| JP 10040421 | A    | 19980213 | JP 96189537 | A    | 19960718 | 199817 B |

Priority Applications (No Type Date): JP 96189537 A 19960718

Patent Details:

| Patent No   | Kind | Lan | Pg | Main IPC    | Filing Notes |
|-------------|------|-----|----|-------------|--------------|
| JP 10040421 | A    |     | 11 | G06T-017/00 |              |

Abstract (Basic): JP 10040421 A

The method involves generating several 3D models. A digital image of each 3D model is generated. An input digital image (1) is compared with each of the generated digital image. The digital image which coincides with the input digital image is selected and 3D model of that digital image is generated and displayed.

ADVANTAGE - Avoids application of insertion laborious work business. Enables generation of several 3D models by varying parameter of 3D model. Improves efficiency.

Dwg.1/11

Title Terms: MODEL; GENERATE; METHOD; SHAPE; CAD; COMPARE; INPUT; DIGITAL; IMAGE; VARIOUS; DIGITAL; IMAGE; DISPLAY; MODEL; SELECT; DIGITAL; IMAGE; COINCIDE; INPUT; DIGITAL; IMAGE

Derwent Class: T01

International Patent Class (Main): G06T-017/00

File Segment: EPI

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-40421

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 17/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-189537

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 7 月18日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 加藤 清敬

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

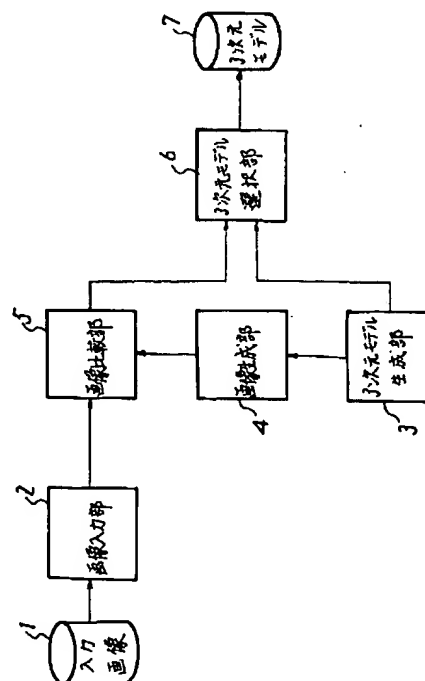
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 3次元形状形成方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 未知の3次元モデルの2次元画像から、その3次元形状を得ることができ、かつ、作業者の入力手間が省ける3次元形状生成方法および装置を得る。

【解決手段】 求めるべき3次元形状の2次元の入力画像1と、装置の内部で生成した複数の3次元モデルの画像とを比較し、その中で類似度の高い生成画像を選択し、この選択した生成画像の元になる内部生成3次元モデルを選択し出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の3次元モデルを生成してこれらの生成3次元モデルのデジタル画像を生成し、これらの生成デジタル画像を入力デジタル画像と比較して類似度の高いものを上記生成デジタル画像の中から選択し、この選択した生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルを選択することを特徴とする3次元形状形成方法。

【請求項2】 パラメータを含む3次元モデルのパラメータを変化させることにより、複数の3次元モデルを生成することを特徴とする請求項1記載の3次元形状形成方法。

【請求項3】 遺伝子で表現されたパラメータを含む3次元モデルから複数の3次元モデルを生成して、これらの生成3次元モデルのデジタル画像を生成し、これらの生成デジタル画像を入力デジタル画像と比較して、類似度の高い生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルの遺伝子进行操作して次世代の複数の3次元モデルを生成し、これを繰り返して、生成3次元モデルの生成デジタル画像の中から上記入力デジタル画像と類似度の高いものを選択し、この選択した生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルを選択することを特徴とする3次元形状形成方法。

【請求項4】 デジタル画像の入力を行う画像入力部、パラメータを含む3次元モデルのパラメータを変化させて複数の3次元モデルを生成する3次元モデル生成部、この3次元モデル生成部で生成された3次元モデルのデジタル画像を生成する画像生成部、この画像生成部で生成されたデジタル画像を、上記画像入力部へ入力されたデジタル画像と比較して類似度を評価する画像比較部、および上記3次元モデル生成部で生成された3次元モデルの中から、上記画像比較部で評価した類似度の高いデジタル画像の元になる3次元モデルを選択する3次元モデル選択部を備えたことを特徴とする3次元形状形成装置。

【請求項5】 デジタル画像の入力を行う画像入力部、遺伝子で表現されたパラメータを含む3次元モデルの遺伝子进行操作して複数の3次元モデルを生成する3次元モデル生成部、この3次元モデル生成部で生成された3次元モデルのデジタル画像を生成する画像生成部、この画像生成部で生成されたデジタル画像を、上記画像入力部へ入力されたデジタル画像と比較して類似度を評価する画像比較部、および、上記3次元モデル生成部で生成された3次元モデルの中から、上記画像比較部で評価した類似度の高いデジタル画像の元になる3次元モデルを選択する3次元モデル選択部を備え、上記3次元モデル生成部は、上記画像比較部で評価した類似度の高いデジタル画像の元になる3次元モデルの遺伝子进行操作して、次世代の3次元モデルを生成するようにしたことを特徴とする3次元形状形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、2次元画像からその3次元形状を得るための3次元形状生成方法および装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】3次元CADにおいては、計算機の内部に3次元モデルを持ち、設計者は3次元モデルを直接操作することにより、形状を作る。その際、設計者が計算機に向かってキーボードやマウスで入力し、形状を作っていくが、これが大変な作業である。特に、写真やカタログ、あるいは手書きの絵を見ながら、3次元CADを使ってその形状を入力する場合の作業は、図面がなく、したがって寸法が与えられておらず、イメージ通りの3次元形状を入力することが難しかった。このような背景から、2次元画像から3次元モデルを得る方法が試みられており、例えば次のようなものがある。

【0003】2次元画像から3次元モデルを得る方法としては、例えば、電子情報通信学会論文誌D-II Vol. 1, J77-D-II No. 1 101~107頁(1994年1月)「2次元投影像からの3次元物体の位置・姿勢推定方法」に発表されている。ここでは、事前に認識すべき3次元モデルの形状が分かっていることが前提であり、この3次元モデルがどのような位置で、かつ、どのような姿勢であるかを認識するものである。この方法では、光源と視線情報が既知であるという前提で、入力画像(対象物体をテレビカメラで撮影した2次元投影像)と既知の3次元モデルから生成した推定画像とを比較し、その2つの画像の残差2乗和を評価関数として、この評価関数が最小となるように、非線形最小2乗法を用いて推定を行う。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の方法では、認識すべき3次元モデルの形状が分かっていることが前提で、その位置、姿勢を認識するための方法であり、未知の3次元モデルへの対応は困難であった。また、2次元画像を見て、作業者が手入力して計算機内に3次元モデルを形成するのは大変な作業であるなどの問題点があった。この発明は上記のような問題を解決するためになされたもので、事前にはどのようなものか分からない3次元モデルの2次元画像から、その3次元形状、すなわち、3次元物体の表面をなす3次元曲面を得ることができ、かつ、作業者の入力の手間が省ける3次元形状生成方法および装置を得ることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明に係る3次元形状生成方法は、複数の3次元モデルを生成してそれらのデジタル画像を生成し、その中から入力デジタル画像と類似度の高い生成デジタル画像を選択し、この選択した生成デジタル画像の元になる生成3次元モデル

を選択するものである。さらに、パラメータを含む3次元モデルのパラメータを変化させることにより、複数の3次元モデルを生成するものである。

【0006】また、遺伝子で表現されたパラメータを含む3次元モデルから複数の3次元モデルを生成してそのデジタル画像を生成し、入力デジタル画像と類似度の高い生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルの遺伝子进行操作して次世代の複数の3次元モデルを生成し、これを繰り返して、生成デジタル画像の中から入力デジタル画像と類似度の高いものを選択し、これの元になる生成3次元モデルを選択するものである。

【0007】また、この発明に係る3次元形状生成装置は、デジタル画像の入力を行う画像入力部、パラメータを変化させて複数の3次元モデルを生成する3次元モデル生成部、この生成3次元モデルのデジタル画像を生成する画像生成部、この生成デジタル画像を入力デジタル画像と比較して類似度を評価する画像比較部、および、この類似度の高いデジタル画像の元になる生成3次元モデルを選択する3次元モデル選択部を備えたものである。

【0008】また、デジタル画像の入力を行う画像入力部、遺伝子进行操作して複数の3次元モデルを生成する3次元モデル生成部、この生成3次元モデルのデジタル画像を生成する画像生成部、この生成デジタル画像を入力デジタル画像と比較して類似度を評価する画像比較部、および、この類似度の高い生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルを選択する3次元モデル選択部を備え、3次元モデル生成部は、類似度の高い生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルの遺伝子进行操作して、次世代の3次元モデルを生成するようにしたものである。

【0009】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1である3次元形状形成装置を示すブロック図である。1は2次元のデジタル画像データ（以下、入力デジタル画像と称す）であり、例えば100×100の画素からなっている。この画像の元となる3次元形状のデータを得るために以下の装置が構成されている。2は入力デジタル画像1を入力する画像入力部、3は複数の3次元モデルを、後述のような方法で、入力デジタル画像1と無関係に内部生成する3次元モデル生成部である。4は3次元モデル生成部3で生成された3次元モデル（以下、生成3次元モデルと称す）を元に投影変換して2次元のデジタル画像を生成する画像生成部、5は画像生成部4で生成されたデジタル画像（以下、生成デジタル画像と称す）を入力デジタル画像と比較して、その類似度を評価する画像比較部、6は画像比較部5で評価した類似度の高い生成デジタル画像を選択してその生成デジタル画像の元となる生成3次元モデルを、複数の生

成3次元モデルの中から選択する3次元モデル選択部、7は3次元モデル選択部6で選択され、出力された生成3次元モデルである。

【0010】図2は、図1の3次元モデル生成部3において、3次元モデルを生成する方法を示す説明図であり、ベジェ（Bezier）曲面を用いる場合について示す。一般に3次のベジェパッチは16個の制御点（それらの座標を3次元ベクトルCP00～CP33で表す）によって、次の数1で表現される。

【0011】

【数1】

$$S(u,v) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 B_i(u) B_j(v) CP_{ij}$$

【0012】ここで $B_k(t)$ はパラメータ $t$ で表されるベジェのブレンディング関数で、次なる多項式である。

$$B_0(t) = (1-t)^3$$

$$B_1(t) = (1-t)^2 t$$

$$B_2(t) = (1-t) t^2$$

$$B_3(t) = t^3$$

（ただし、 $0 \leq u \leq 1$ 、 $0 \leq v \leq 1$ 、 $0 \leq t \leq 1$ ）

図2(a)に示した制御点によって、図2(b)のように曲面 $S$ が生成されることはよく知られている。制御点の3次元座標ベクトルCP00～CP33をパラメータとして変化させることにより、種々の曲面が生成される。なお、ここではベジェ曲面を使用した、B-スプライン(spline)曲面など、他のモデルを用いてもよい。

【0013】次に、図1に示す画像生成部4における、フォンシェイディングモデルを用いた画像生成について説明する。光の方向と視線の方向が決められたとき、物体上の点Pの明るさ $I$ は、

$$I = X_a + X_d \cdot d + X_s \cdot s$$

で表される。ただし、 $X_a$ 、 $X_d$ 、 $X_s$ はそれぞれアンビエント、ディフューズ、スペキュラの3つの成分を表し、 $d$ と $s$ は0から1までの値をとり、点Pにおけるディフューズとスペキュラ成分の割合を示す。アンビエントはまわりからの照り返しの成分であり、ディフューズは物体内に入り込んだ光が内部で反射を繰り返して散乱光となって出てくる成分である。

【0014】スペキュラは光が表面で反射されてくるハイライトと呼ばれる成分で、図3はその説明図である。 $N$ は法線方向単位ベクトル、 $L$ は光源方向単位ベクトル、 $E$ は視線方向単位ベクトルであり、 $M$ は

$$M = (L + E) / |L + E|$$

で表される単位ベクトル、すなわち、 $L$ と $E$ の丁度中間向きの単位ベクトルである。 $N$ と $M$ が一致する場合に最も強く反射するが、実際の物体表面は多少ざらつきがあるので、反射の方向に広がりを持つ。 $N$ と $M$ のずれが小

さいほどスペキュラの強さは大きくなる。以上のようにフォンシェディングモデルを使い、予め設定された光源情報から生成3次元モデル表面上の各点について明るさIを計算することにより、2次元の画像データが生成される。

【0015】図4は、図1に示す画像比較部5における画像比較の一例を示す説明図であり、図4(a)は入力デジタル画像を、(b)は生成デジタル画像を示し、それぞれの多数の丸は画素を、そしてその濃淡は明るさを示す。比較される両画像は縦横とも画素数が同じで、それぞれ100とする。2つの画像が類似しているか否かは、対応する位置にある画素の明るさを互いに比較し、全体として類似度を評価する必要がある。類似度の評価関数Vとしては、例えば数2のようにする。

【0016】

【数2】

$$V = \sum_{i=0}^{99} \sum_{j=0}^{99} |I_a(i, j) - I_b(i, j)|$$

【0017】すなわち、入力デジタル画像の画素i, jの明るさI<sub>a</sub>(i, j)と生成デジタル画像の画素i, jの明るさI<sub>b</sub>(i, j)の差の絶対値の和を評価関数Vとする。この評価関数Vの値が小さいほど2つの画像間の類似度が高いと判断する。図5に画像比較部5での評価関数Vの計算動作を説明するためのフローチャートを示す。なお、入力デジタル画像における明るさI<sub>a</sub>の最大値と最小値を予め調べておき、生成デジタル画像の明るさI<sub>b</sub>の最大値と最小値がそれと一致するように生成デジタル画像全体の明るさを設定しておくなどの調整が必要である。

【0018】図6はこの実施の形態における全体の動作の流れを説明するためのフローチャートである。まず、ステップS1で、2次元の画像（入力デジタル画像）を画像入力部1へ入力する。この入力デジタル画像の元となる3次元形状のデータを得るために以下の動作を行う。なお、この入力デジタル画像は比較的単純な形状のものが好ましく、求めるべき3次元モデルが複雑な形状の場合は、その表面を分解して単純な形状の曲面の集まりとし、それらの曲面各々に本発明を適用し、後からそれらの結果を合成するのがよい。

【0019】ステップS2では段落0010で述べたベジェ曲面の制御点をパラメータとしてすべて変化させる。制御点はランダムに変化させてもよいし、制御点の3次元の座標値X, Y, Zを所定の範囲で連続的に変化させるようにしてもよい。ステップS3ではステップS2で変化させた制御点を使用して、段落0011に示した数1により、3次元曲面（生成3次元モデル）を生成する。ステップS2, S3は3次元モデル生成部3により実行する。ステップS4では、ステップS3で得られた生成3次元モデルから、画像生成部4により段落00

13, 0014で説明したようにして投影計算し、2次元の画像（生成デジタル画像）を生成する。

【0020】ステップS5では、ステップS4で得られた生成デジタル画像を、画像入力部2へ入力された入力デジタル画像と比較し、類似度を評価する。これは画像比較部5により、段落0015～0017で説明したようにして実行する。ステップS6では、ステップS5で比較の結果、類似度の評価が所定の値より良好なとき、その生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルと類似度を格納しておく。ステップS7では、変化させるべき制御点につき全て計算したかどうかを判定し、未だ済んでいなければステップS2へ戻って計算を続け、もし全て済んでおればステップS8へ進み、3次元モデル選択部6により、類似度の評価の最も大きい生成デジタル画像の元になる3次元曲面（生成3次元モデル）を選択して出力する。

【0021】以上に述べたこの実施の形態では、制御点を変化させて多数の3次元モデルを生成してこれらの生成3次元モデルから、図7に例示したように、それぞれ2次元のデジタル画像F1～F15を生成し、これらを入力デジタル画像F0と比較して、類似度の最も大きい生成デジタル画像F5を選択し、この生成デジタル画像F5の元になる生成3次元モデルを選択する。すなわち、与えられた入力デジタル画像に最も近い生成3次元モデルが選択されるので、2次元画像から3次元モデルへの復元作業が行えることになる。これが自動的に行われ、計算機内にその形状データが保持されているので、作業者が3次元形状データを手入力する必要はない。

【0022】実施の形態2. 図8はこの発明の実施の形態2の3次元形状形成装置を示すブロック図である。図において1, 2, 4～7は図1の場合と同様であるので説明を省略する。8は複数の3次元モデルを、次に述べるように遺伝アルゴリズムを用いて内部生成する3次元モデル生成部である。図9は、3次元モデル生成部で用いるベジェ曲面のパラメータである制御点について説明するための図であり、(a)に示す16個の制御点は各々、(b)に示すようにX, Y, Zの各座標値が8ビットで表現され、0から255までの値をとる。つまり、一つの曲面モデルは24ビットで表現された遺伝子16個から形成されると換言できる。

【0023】図10はこの実施の形態における全体の動作の流れを説明するためのフローチャートである。まず、ステップS11で、2次元の画像（入力デジタル画像）を画像入力部1へ入力する。ステップS12では、ベジェ曲面の制御点である遺伝子の初期状態として、16個を1組とした複数組の遺伝子を生成する。遺伝子はランダムに複数組生成して、各組の遺伝子をそれぞれ1組の制御点とする。ステップS13では、ステップS12で得られた制御点を用いて、それぞれ数1によ

り、3次元の曲面形状(生成3次元モデル)を生成する。ステップS14、S15については、図6のステップS4、S5と同様に行う。

【0024】ステップS16で、ステップS15における類似度評価の良い生成デジタル画像の元になる生成3次元モデルを上位から所定数だけ選択する。ステップS17では、ステップS16で選択したものの中に類似度が充分高い(評価が所定値よりも良い)ものがあるか否かが判定し、もしなければステップS18へ移り、もしあればステップS19へ移って、評価の最も良い生成デジタル画像の元になる3次元曲面(生成3次元モデル)を出力する。ステップS18では、遺伝子操作によって次の世代の遺伝子を生成し、その遺伝子をステップS13へ戻して曲面生成など以後の計算を繰り返す。

【0025】ここで遺伝子操作について説明する。この操作は交叉と突然変異である。交叉は次のように行う。類似度の評価が良い遺伝子2つを親遺伝子として、座標値X、Y、Zの一部を両親間で交換したり、あるいは座標値X、Y、Zの一部を両親の中間値として子の遺伝子にする。このような交叉の遺伝子操作によって、親の良い性質を受け継いだ子が生成される。

【0026】もう一つの操作は突然変異である。これは遺伝子の一部に変異を与えるもので、乱数を使ったり、ビットの一部の1と0を入れ替えるなどの操作を行う。この突然変異は、前述の交叉によって生成される遺伝子が似通ったものになり、進化しなくなるのを打開する効果がある。交叉操作の間にこの突然変異を織り混ぜて、より優良な遺伝子を探索することができる。

【0027】図11はこの実施の形態における動作を説明するための図である。画像入力部へ入力された画像(入力デジタル画像)がG0であるとする。まず、初期状態で乱数を用いて、何組かの制御点のための遺伝子が生成される。同図G1a~G1eがその初期の遺伝子によって生成された曲面の画像(生成デジタル画像)である。これら第一世代の曲面の画像のうち、入力画像G0に最も近い2つはG1dとG1eであり、これらは類似度が高いと評価され、これらの元となる2つの曲面が優良な遺伝子を持つ親として選択される。

【0028】次に、この2つの親から交叉あるいは突然変異の遺伝子操作を行うことにより、第2世代のいくつかの曲面が生成され、それらの画像がG2a~G2eである。これらの中で入力画像G0と類似度の高いG2cとG2dが選択され、これらの元となる2つの曲面が第3世代の親となる。

【0029】以上のような遺伝子操作を繰り返すことによって、次第に淘汰されていき、最終的には、与えられた画像に類似した画像を持つ曲面モデルを得ることがで

きる。実施の形態1では、3次元モデル生成部3でのモデル生成を網羅的に行ったが、この実施の形態では、3次元モデル生成部8で遺伝アルゴリズムを用いて、生成3次元モデルを類似度の高いものに進化させていくので、全く見当違いの無駄なモデルを生成することが少なく、したがって、類似度の高い3次元モデルを能率良く、早く求めることができる。

【0030】

【発明の効果】この発明の3次元形状形成方法および装置は、複数の3次元モデルを生成してそれらの画像を入力画像と比較して、類似度の高い3次元モデルを選択するので、大きな入力作業の手間をかけることなく、2次元画像から3次元モデルを得ることができる。さらに、パラメータを変化させることにより、容易に複数の3次元モデルを生成できる。また、遺伝アルゴリズムを用いて3次元モデルを進化させることにより、類似度の高い3次元モデルを能率良く、早く求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における3次元形状形成装置を示すブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における3次元モデルの生成方法を示す説明図である。

【図3】 この発明の実施の形態1における明るさのスペキュラ成分を示すための説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態1における画像比較方法を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態1における評価関数の計算方法を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態1における3次元形状形成方法を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態1における入力デジタル画像と生成デジタル画像を示す説明図である。

【図8】 この発明の実施の形態2における3次元形状形成装置を示すブロック図である。

【図9】 この発明の実施の形態2における制御点について説明するための説明図である。

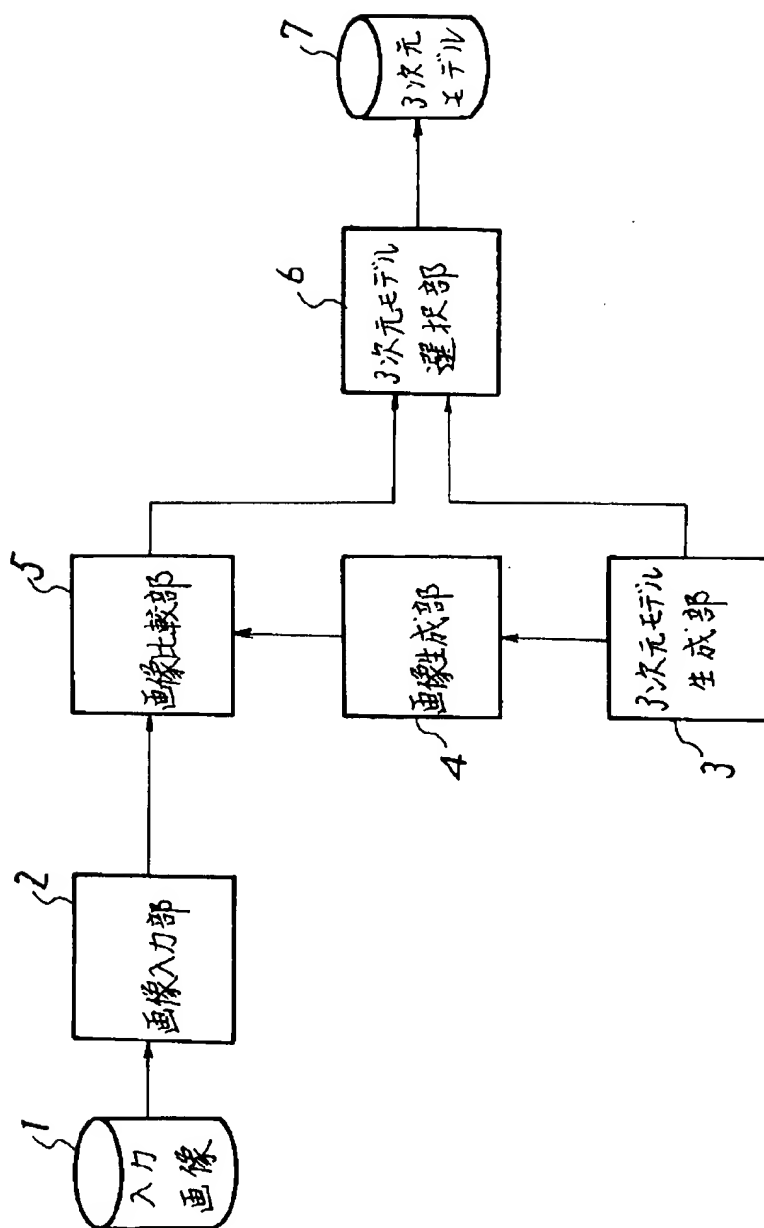
【図10】 この発明の実施の形態2における3次元形状形成方法を示すフローチャートである。

【図11】 この発明の実施の形態2における入力デジタル画像と各世代の生成デジタル画像を示す説明図である。

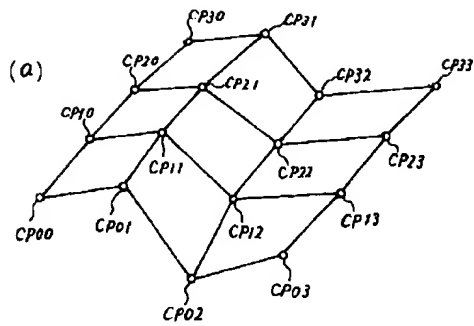
【符号の説明】

1 入力デジタル画像、2 画像入力部、3 3次元モデル生成部、4 画像生成部、5 画像比較部、6 3次元モデル選択部、7 3次元モデル、8 3次元モデル選択部。

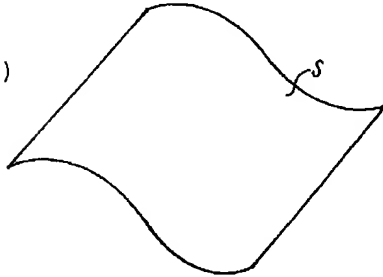
【図1】



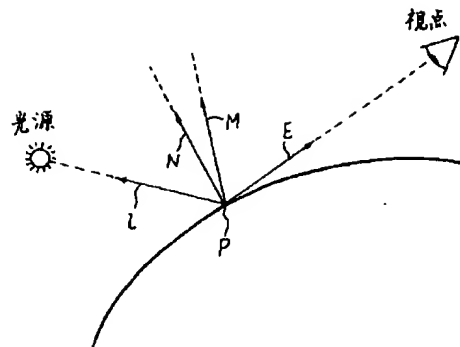
【図2】



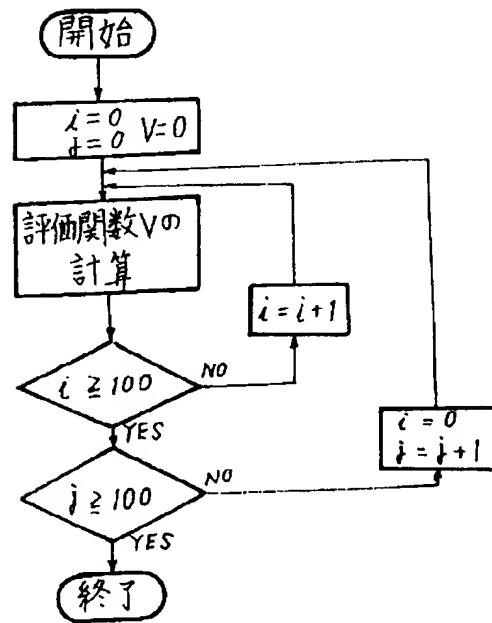
(b)



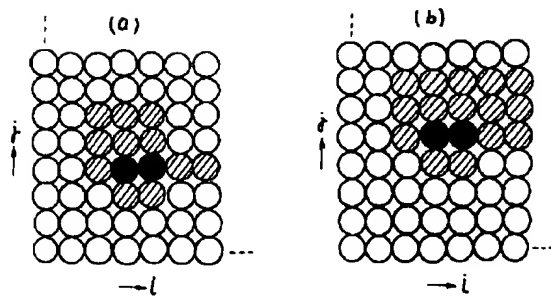
【図3】



【図5】

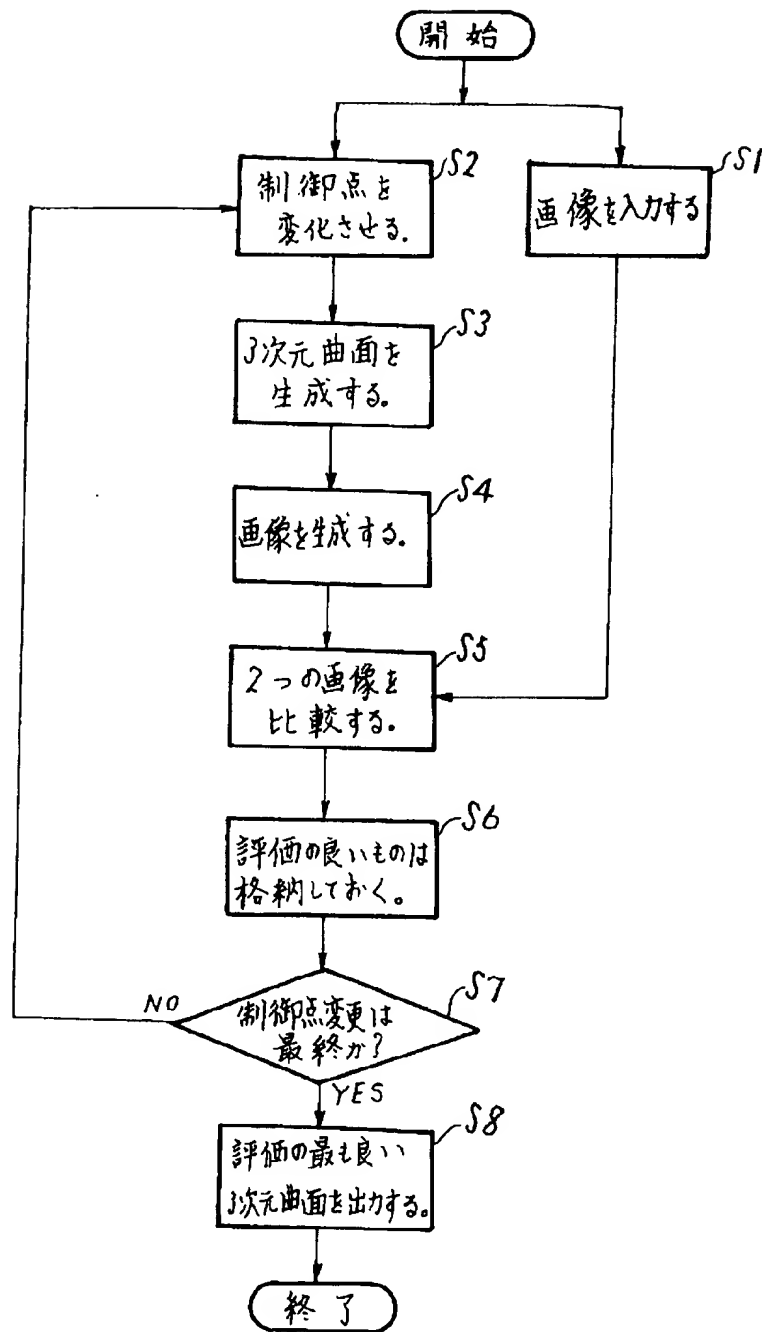


【図4】

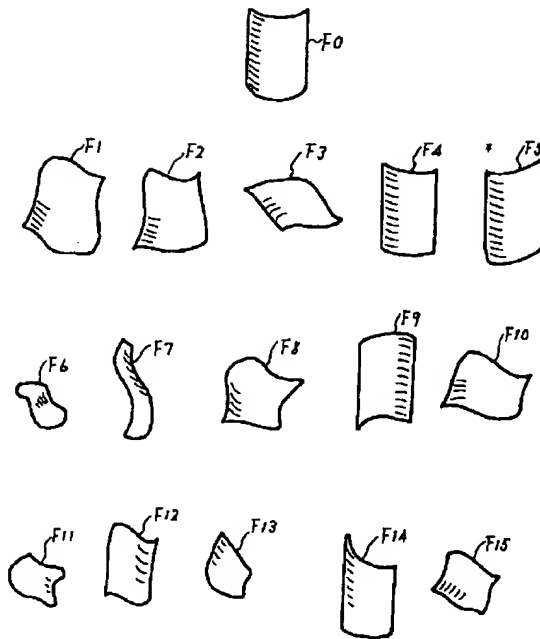




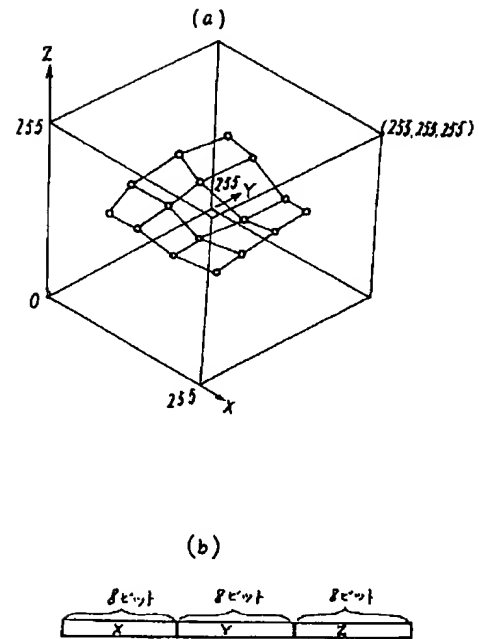
【図6】



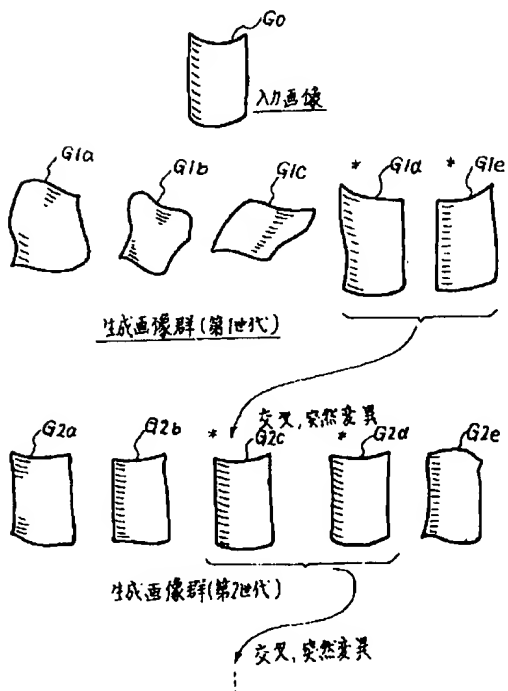
【図7】



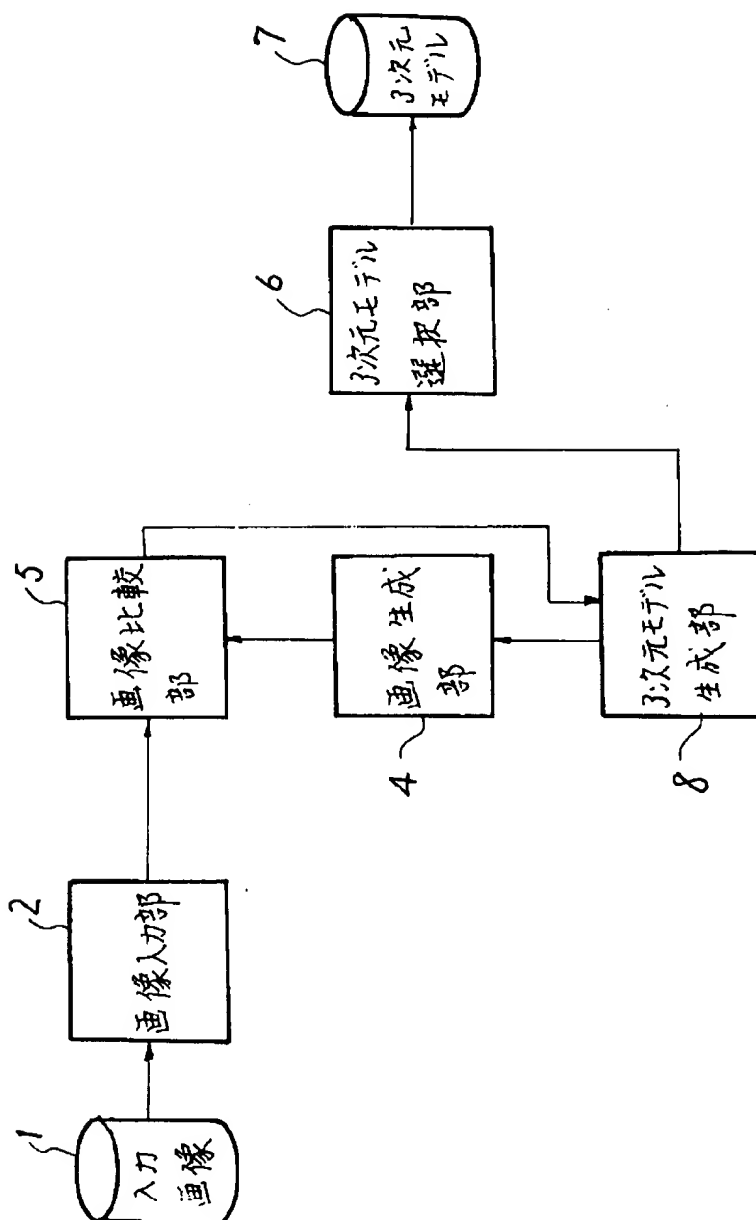
【図9】



【図11】



【図8】



【図10】

